نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal(CPJ)
www.cpjournals.com

Assessment of Asphalt Pavement Failures of University Campuses: Case Study of Eastern Mediterranean University (EMU) Campus In North Cyprus

Reza Akbarigheibi[۱], Mohsen Amouzadeh Omrani [۲]*

۱- *University instructor, Engineering Faculty, University of Applied Sciences, Zanjan Branch, Zanjan, Iran*
Akari.reza ۱۳٦٦@yahoo.com
۲*- *Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.*
m_amouzadeh@yahoo.com, omrani@iausk.ac.ir

ABSTRACT

Road maintenance is considered as one of the major and important factors in the pavement management system (PMS). Regarding the type of data collection in this study, the observation method based on index PCI (Pavement Condition Index) according to ASTM D ٦٤٣٣ standard was used. Research aims to assess the priority of road maintenance using the Pavement Condition Index (PCI). Locations for this research were the roads at the EMU campus to length ١٠ km in Northern Cyprus and ١٦ road segments were taken from each district. There were ٩ distress types that had been recorded. We intend to add to this project a new dimension by analyzing the EMU campus road. The results of the research as obtained from the method of PCI and prioritization can be identified as follows: five road segments are in good condition, four are satisfactory, six are in fair condition, one is in a failed condition, and one road segment is in serious condition. In total, ١٥ of ١٦ road segments are in stable condition. The result generally indicates that the road was ٨٠.٦٣٪ in satisfactory condition. In general, it can be concluded that road pavements are constantly exposed to various types of stresses such as heavy traffic load, temperature, humidity and bed soil displacement, which over time lead to damage such as cracks in the Alligator cracking, Patching and Utility cut, Block cracking, Long and Trans cracking, Rutting, and Asphalt Bleeding are in the pavement. Patching and Utility cut, Alligator cracking and Long and Trans cracking were assessed as the most severe.

Keywords: *Failure, Pavement Management System, Pavement Condition Index, University Campuses*

All rights reserved to Civil & Project Journal.

نشریه عمران و پروژه ((Civil & Project Journal(CPJ) ISSN:۲۶۷۶-۰۱۱X www.cpjournals.com
سال دوم، دوره ۲، شماره ۱۲، اسفند ۱۳۹۹،شماره پیاپی ۲۲،صفحه ۲۶ تا صفحه ۳۹

ارزیابی خرابیهای روسازی آسفالتی محوطه‌های دانشگاهی (مطالعه موردی محوطه دانشگاه مدیترانه شرقی EMU کشور قبرس شمالی)

رضا اکبری غیبی[۱]، محسن عموزاده عمرانی* [۲]

۱. مدرس دانشگاه، گروه مهندسی عمران، دانشگاه علمی کاربردی، واحد زنجان، زنجان، ایران
Akari.reza۱۳۶۶@yahoo.com
۲. استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران*
, omrani@iausk.ac.irm_amouzadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۱۲/۰۹

چکیده

نگهداری جاده به عنوان یکی از عوامل مهم در سیستم مدیریت و نگهداری روسازی (PMS) در نظر گرفته می‌شود. مدل پیش بینی عملکرد روسازی، مهمترین بخش از یک سیستم مدیریت روسازی است. این سیستم قابلیت این را دارد تا با استفاده از اطلاعات مختلف ذخیره شده راهها، شرایط پیش بینی آینده را برآورد کند. هدف این تحقیق ارزیابی اولویت نگهداری روسازی محوطه های دانشگاهی با استفاده از شاخص شرایط روسازی (PCI) است. با توجه به تردد اتوبوسها به عنوان سرویس‌های دانشگاهی و وسایل نقلیه شخصی عبوری در محوطه دانشگاه، انجام این تحقیق حائز اهمیت است. در این تحقیق، محوطه دانشگاه مدیترانه شرقی(EMU) کشور قبرس شمالی به طول ۱۰ کیلومتر مورد بررسی قرار گرفت. داده ها بصورت روش مشاهده‌ای جمع آوری گردید. مسیر مورد مطالعه به ۱۶ بخش تقسیم بندی گردید. مشاهده ۹ نوع از انواع خرابی‌های روسازی در مسیر مورد بررسی از روش (PCI) نشان می‌دهد که پنج بخش از جاده در وضعیت خوب، چهار بخش در وضعیت رضایت بخش، شش بخش در وضعیت مناسب، یک بخش در وضعیت نامناسب و یک بخش جاده در وضعیت خیلی ضعیف قرار دارد. در حالت کلی، ۱۵ بخش از ۱۶ بخش جاده در وضعیت پایدار قرار دارند. عدد PCI بدست آمده برابر با ۸۰.۶۳ درصد است، که بیانگر قابل قبول بودن وضعیت روسازی است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که متداولترین خرابی‌ها در روسازی مسیرهای واقع در محوطه‌های دانشگاهی از این دست، شامل ترک پوست سوسماری، وصله و کنده کاری، ترک بلوکی، ترک خوردگی طولی و عرضی، شیار شدگی و روزدگی قیر است. خرابی های وصله و کنده کاری، پوست سوسماری و ترک های طولی و عرضی به عنوان شدیدترین خرابی‌های رخ داده شده، ارزیابی شدند.

کلید واژه ها: خرابی، سیستم مدیریت روسازی، شاخص وضعیت روسازی، محوطه‌های دانشگاهی

۱- مقدمه

نگهداری راه ها را می توان به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در سیستم مدیریت روسازی (PMS)[۱] در نظر گرفت. ثابت شده است که منابع برای نگهداری جاده محدود هستند و اخذ تصمیمات در موثرترین روش استفاده از آنها لازم است. این به معنی اهمیت تعیین اولویت نگهداری جاده است. دو روش جهت ارزیابی جاده وجود دارد که می توان از روش بصری و یا با استفاده از ابزارهای موجود استفاده کرد. در ارزیابی بصری از شاخص وضعیت روسازی (PCI)[۲] استفاده می‌شود، در حالی که استفاده از ابزارهای اندازه گیری، می تواند برای بدست آوردن مقدار شاخص بین‌المللی ناهمواری راه با هزینه کمتر انجام شود. در حالت کلی، شاخص شرایط روسازی تنها شاخص مورد استفاده در سنجش عملکرد راه نیست. شاخص های دیگری مثل شاخص سرویس‌دهی کنونی و شاخص بین‌المللی ناهمواری هم به وفور استفاده می‌شوند. اما PCI با دیگر شاخص‌های دیگر عملکرد روسازی همبستگی دارد. برای نمونه به طور کلی شاخص بین‌المللی ناهمواری رابطه معکوسی با PCI دارد. یک جاده تازه ساخت صاف و هموار با مقادیر IRI پایین معمولاً PCI بیشتری دارد. با این وجود، این رابطه همیشه برقرار نیست و جاده ای که دارای IRI[۳]پایین است می تواند PCI پایینی نیز داشته باشد و بالعکس. بنابراین، جمع‌آوری داده درباره یکی از این شاخص های عملکرد برای توصیف جامع وضعیت جاده لزوماً کافی نیست(Piryonesi and et al., ۲۰۲۰ and Bryce and et al., ۲۰۱۹). ارزیابی عملکردی جاده ها در این زمینه بیشتر از روش های بصری استفاده می شود. این روش تحت تأثیر ذهنی نقشه برداران که پیمایش زمین را انجام می دهند قرار دارد. بنابراین، ارزیابی با استفاده از روش بصری باید با روش ارزیابی با استفاده از ابزار در ارتباط باشد، تا بتوان از ذهنی بودن ارزیابی جاده کاهش داد (Putra, ۲۰۱۸). در مورد نوع ارزیابی داده ها در این مطالعه، از روش مشاهده بر اساس شاخص PCI مطابق با استاندارد ASTM D۶۴۳۳ استفاده شد. هدف این تحقیق ارزیابی اولویت نگهداری روسازی در محوطه دانشگاه مدیترانه شرقی (EMU)[۴] در شمال قبرس[۵] با استفاده از شاخص شرایط روسازی(PCI) است. جمع آوری داده ها با استفاده از روش بصری جمع آوری گردید. بسیاری از انواع خرابی های جاده ای در محل مورد بررسی وجود دارد که باید برای تجزیه و تحلیل وضعیت روسازی ثبت و مورد بررسی قرار بگیرند.

۲- پیشینه پژوهش

با توجه به محدودیت‌های موجود زمانی و اقتصادی، همه مقاطع روسازی را نمی‌توان بطور همزمان مورد نگهداری و ترمیم قرار داد، بنابراین نیاز است تا پروژه‌های نگهداری روسازی اولویت‌بندی شوند. برای اولویت‌بندی نیاز است تا ارزیابی وضعیت روسازی با استفاده از شاخص‌های ارزیابی که هر یک ویژگی‌های خاص روسازی را مورد ارزیابی قرار می‌دهند، انجام شود. در همین راستا، سیسوانتو[۶] و همکارانش(۲۰۱۸) در مطالعه ای به ارزیابی اولویت نگهداری جاده با استفاده از PCI در بخش شماره یک جاده های منطقه اندونزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که چهار بخش جاده در وضعیت خوب، چهار بخش دیگر در وضعیت رضایت بخش، چهار بخش جاده مناسب، دو بخش جاده ضعیف، یک بخش جاده بسیار ضعیف و یک بخش جاده در وضعیت جدی قرار دارد. در حالت کلی نتایج بیانگر آن بود که روش PCI به عنوان یک روش بررسی وضعیت روسازی یک روش کامل است که همه نوع خرابی های روسازی را مورد بررسی قرار می هد.

دونی[۷] و همکارانش (۲۰۱۸) در تحقیقی به ارزیابی وضعیت روسازی براساس اندازه گیری شاخص PCI و Roadroid IRI پرداختند. با توجه به ضریب همبستگی منفی (r) به میزان ۰.۲۳- بین PCI و IRI Roadroid بیانگر آن است که مقایسه ارزیابی PCI با IRI Roadroid از نظر مقدار ضریب همبستگی اختلاف کمی دارند و با آزمون t قابل مقایسه هستند. در نتیجه، خروجی PCI و IRI نزدیک به یکدیگر است و هر دو بطور یکسان وضعیت جاده را مورد ارزیابی قرار می دهند و فقط در بررسی وضعیت جاده با استفاده از روش PCI از لحاظ اقتصادی کم هزینه تر از روش IRI Roadroid است.

---
۱ pavement management system
۲ Pavement Condition Index
۳ International Roughness Index
٤ Eastern Mediterranean University
٥ North Cyprus
٦ Setijowarno
۷ Donny

کریم[۱] و همکارانش (۲۰۱۶) در مطالعه ای به ارزیابی و نگهداری شاخص وضعیت روسازی جاده بر اساس شاخصد (PCI) در کشور یمن پرداختند. نتایج نشان داد که جاده" Al-Fiush " با PCI = ۷۹.۴ در وضعیت بسیار خوب قرار دارد.
تانگ[۲] و همکارانش (۲۰۰۶) در مطالعه ای تحت عنوان روش ارزیابی مبتنی بر PCI برای سطح خدمات سیستم های عملیاتی ترافیک انجام دادند، نتایج نشان داد که سرعت و تراکم، مناسب ترین پارامترها برای تعیین وضعیت روسازی راه با استفاده از شاخص PCI هستند.

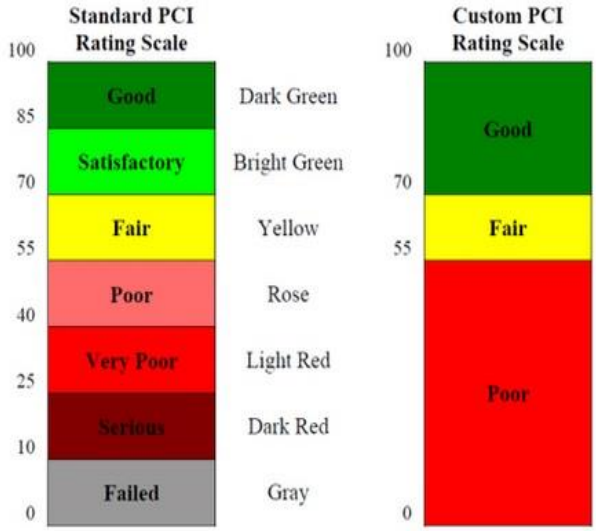
۲-۱- شاخص وضعیت روسازی (PCI)

شاخص وضعیت روسازی (PCI) ،روشی بسیار جامع است که توسط گروه مهندسین ارتش ایالات متحده پیشنهاد شده است (Shahin and Kohn, ۱۹۷۹). روش PCI مبتنی بر روش بصری است که نوع خرابی روسازی، میزان و شدت آن رو مورد بررسی قرار می دهد (ASTM, ۲۰۰۷). این روش اندازه گیری وضعیت کنونی روسازی را بر اساس خرابی مشاهده شده در سطح روسازی فراهم می کند، همچنین بیانگر یکپارچگی سازه و وضعیت عملیاتی سطح (زبری و ایمنی) است. از طرفی نیازها و اولویت های نگهداری و تعمیر را فراهم می کند. در حالت کلی PCI شاخصی عددی برای اندازه‌گیری سلامت روسازی است. این شاخص عددی بین ۰ و ۱۰۰ است، که عدد ۰ نمایانگر راه با کیفیت بسیار پایین و عدد۱۰۰ نشان‌دهنده روسازی بدون نقص است (Piryonesi and El-Diraby, ۲۰۱۸). فرایند محاسبه آن امروزه توسط[۳] ASTM استانداردسازی استانداردسازی شده است (جدول ۱ و شکل ۱).

جدول۱: شرایط راه مبتنی بر ارزش مقدار PCI بر اساس استاندارد M&R (Shahin and Walther, ۱۹۹۰)

PCI	Rating	Strategy
85 - 100	Good	Routine Maintenance
70 - 85	Satisfactory	Preventive Maintenance
55 - 70	Fair	Minor Rehabilitation
40 - 55	Poor	Minor Rehabilitation
25 - 40	Very Poor	Major Rehabilitation
10 - 25	Serious	Reconstruction
0 - 10	Failed	Reconstruction

۱ Karim
۲ Tang
۳ American Society for Testing and Materials



شکل۱: مقیاس استاندارد رتبه بندی PCI توسط ASTM(ASTM , ۲۰۰۷)

۳- روش تحقیق

به طور کلی، روش شناسی هر تحقیق براساس اهداف آن انجام می‌شود. پژوهش حاضر از نوع تحلیل بصری است. پس از جمع آوری داده ها مانند بررسی های میدانی و مشاهده ای و همچنین محاسبه خرابی روسازی بر اساس شاخصPCI ،داده ها با استفاده از نرم افزارهایی مانند اتوکد[۱] و اکسل [۲]مورد بررسی قرار خواهیم داد. در ادامه توضیح مختصری در مورد محل اجرای پروژه داده می شود و توصیف انجام محاسبه شاخص وضعیت روسازی (PCI) بر اساس روش استاندارد آمریکا (ASTM) مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۳-۱- سایت دانشگاه مدیترانه شرقی (EMU)

امروزه، دانشگاه EMU به سرعت در حال توسعه است. جاده ها و پارکینگ ها در دانشگاه نقش مهمی در ایمنی، سفر کارآمد مردم و کالاها در دانشگاه دارند، که حدود ۲۵ تا ۲۰ سال پیش ساخته شده اند و بعضی از خیابان ها نیز حدود ۱۰ سال پیش ساخته شده اند. منطقه EMU را می‌توان از نظر جمعیت و منطقه به عنوان یک شهر طبقه بندی کرد (Qadir Ahmed, ۲۰۱۳). در این مطالعه، دانشگاه مدیترانه شرقی در شمال قبرس تحقیق انتخاب شد. دانشگاه مدیترانه شرقی یکی از مهمترین و معتبرترین دانشگاه ها در منطقه مدیترانه است که در سال ۱۹۷۹ تاسیس شده است. دانشگاه مدیترانه شرقی در شهر فاماگوستا[۳]در قبرس شمالی در زمینی به مساحت ۲۲۰۰ هکتار ساخته شده است. جاده ها و پارکینگ ها با روسازی آسفالتی می‌توانند به عنوان دارایی‌های ارزشمند زیرساخت های دانشگاه به حساب بیایند که طول آن ۱۰ کیلومتر است و دارای ۲۰ پارکینگ می‌باشد (شکل ۲). طبق سوابق واحد حمل و نقل EMU این دانشگاه دارای ۱۰ دستگاه اتوبوس کوچک با ظرفیت ۳۵ نفر و ۴ دستگاه اتوبوس بزرگ با ظرفیت ۸۰ نفر است (Eastern Mediterranean University, ۲۰۱۲).

۱ AutoCAD
۲ Excel
۳ Famagusta

شکل۲: نقشه دانشگاهEMU

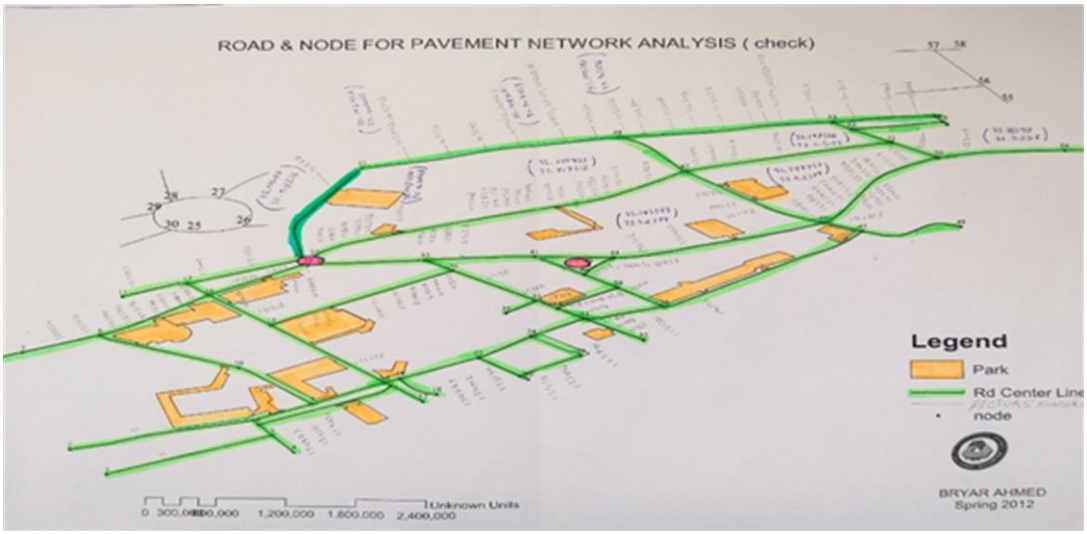
۳-۲- خرابی های موجود در سایت مورد مطالعه

به طور کلی، شاخص شرایط روسازی با جمع‌آوری داده درباره خرابی‌های مختلف راه محاسبه می‌شود (Piryonesi, ۲۰۱۹). خرابی‌ها ی موجو در سایت دانشگاه، در جدول (۲) نشان داده شده است. مختصات خرابی‌های موجود، در شکل ۳ آورده شده است.

جدول۲ : انواع خرابی های موجود در روسازی مسیرهای داخل سایت

ردیف	نوع خرابی	Type of deterioration	علت خرابی
۱	ترک پوست سوسماری	Alligator cracking	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری
۲	روزدگی قیر	Asphalt Bleeding	قیر اضافی در مخلوط آسفالتی یا تک کت در مناطق گرمسیر
۳	ترک بلوکی	Block cracking	انقباض روسازی در اثر چرخه روزانه درجه حرارت
۵	موج زدگی	Corrugation	تحت بار ترافیکی و در اثر ناپایداری رویه یا اساس
۶	نشست موضعی	Depression	نشست خاک بستر یا اجرای نادرست روسازی
۷	تر ک خوردگی لبه	Edge cracking	اساس یا بستر ضعیف شده در اثر یخبندان

۸	ترک خوردگی طولی و عرضی	Long & Trans cracking	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر
۹	وصله و کنده کاری	Patching and Utility cut	جهت تعمیر روسازی یا عبور تاسیسات
۱۰	صیقلی شدن دانه ها	Polished aggregate	مقاومت سایشی کم دانه های مصالح سنگی
۱۱	چاله ها	Potholes	کنده شدن تکه هایی از روسازی در اثر خرابی های مختلف
۱۲	شیارافتادگی	Rutting	تغییرشکل دائمی لای هههای روسازی در اثر جابجایی تحکیم یا جانبی
۱۳	شن زدگی	Weathering and Raveling	مصالح آبدوست(با جنس سیلیس)، پیرشدگی قیر



شکل۳ : مختصات خرابی های موجود در دانشگاهEMU

۳-۳- تعیین تعداد واحدهای نمونه مورد بازرسی

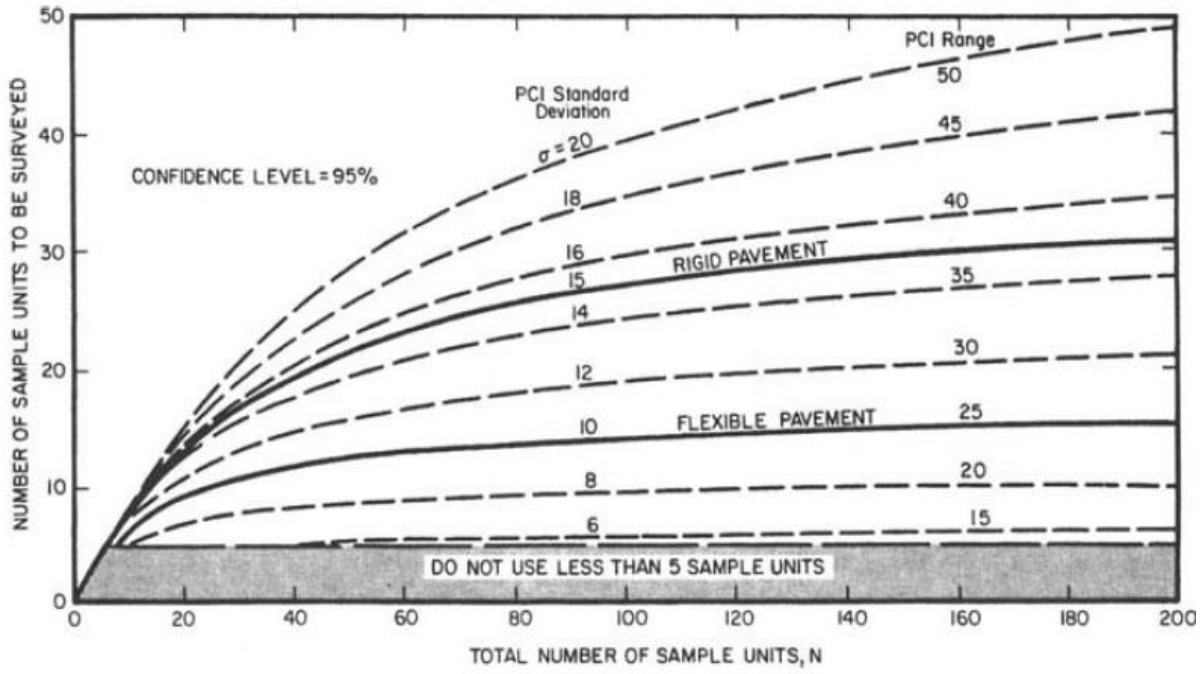
برای مدیریت در سطح پروژه، به اطلاعات دقیق برای بررسی داده ها نیاز است. بنابراین، واحدهای نمونه بیشتری از آنچه برای مدیریت سطح شبکه نمونه برداری می شود، مورد بازرسی قرار می‌گیرند. اولین گام در نمونه گیری تعیین حداقل تعداد واحدهای نمونه (n) است که باید بررسی شود تا برآورد کافی از PCI بخش بدست آید. این عدد برای ارزیابی سطح پروژه با استفاده از منحنی های نشان داده شده در شکل (۴) تعیین می شود.

$$n=\frac{N\times s^2}{(e^2/4)(N-1)+s^2} \qquad (۱)$$

N :تعداد کل واحدهای نمونه در قسمت روسازی

e : خطای مجاز در تخمین PCI(در ساخت منحنی های شکل ۲ برابر ۵ تنظیم شده است)

S : انحراف استاندارد PCI بین واحدهای نمونه در بخش



شکل۴ : انتخاب حداقل تعداد واحدهای نمونه(۸۴-۱۹۷۶ .Shahin et al)

۳-۴- انتخاب واحدهای نمونه برای بازرسی و محاسبه PCI

واحدهای نمونه مورد بازرسی باید به طور مساوی در کل قسمت ها مشخص شده و مورد بررسی قرار می گیرند و واحد اول باید بصورت تصادفی انتخاب شود. این روش، به "تصادفی سیستماتیک" معروف است. در ارزیابی محوطه دانشگاه، نمونه ها پس از تغییر نوع، شدت، و گستردگی خرابیهای موجود با استفاده از ابزار و بصورت مشاهده ای تکمیل و ثبت گردید. با توجه به شدت خرابی به ترتیب شماره کد خرابی و شدت آن ثبت و سپس مورد ارزیابی قرار گرفت. مطالعات در جاده ۱۰ کیلومتری انجام شده است. یک واحد نمونه برای جاده ها دارای روسازی آسفالت ۹۰±۲۳۰ متر مربع است. در نتیجه، مساحت ۲۴۰ متر مربع و عرض جاده ۶ متر در نظر گرفته شد.

۴- نتایج و بحث

مقدار PCI نمونه های اضافی در جدول ۳ آمده است. با جایگزینی اعداد در روابط (۲) و (۳) تعداد N بدست آمده برابر ۲۵۰ بخش است.

$$n = \frac{N.S^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1)+s^2} \qquad (۲)$$

$$i = \frac{N}{n} \qquad (۳)$$

بدین ترتیب، نمونه های تصادفی عبارتند از:

۲, ۲+(i)۱۶ = ۱۸, ۱۸+۱۶= ۳۴... ۵۰, ۶۶, ۸۲, ۹۸, ۱۱۴, ۱۳۰, ۱۴۶, ۱۶۲, ۱۷۸,۱۹۴, ۲۱۰, ۲۲۶, ۲۴۲.

پس از جمع آوری داده ها، برای محاسبه PCI کل از رابطه شماره (۴) استفاده می شود:

$$PCI_f = \frac{(N-A)}{N} PCI_1 + \frac{A}{N} PCI_2 \qquad (۴)$$

که:

PCI_f: بخش از PCI روسازی

PCI_1 :متوسط نمونه های تصادفی

PCI_2 :متوسط نمونه های اضافی

N :تعداد کل نمونه ها

A :تعداد نمونه های اضافی بازرسی شده

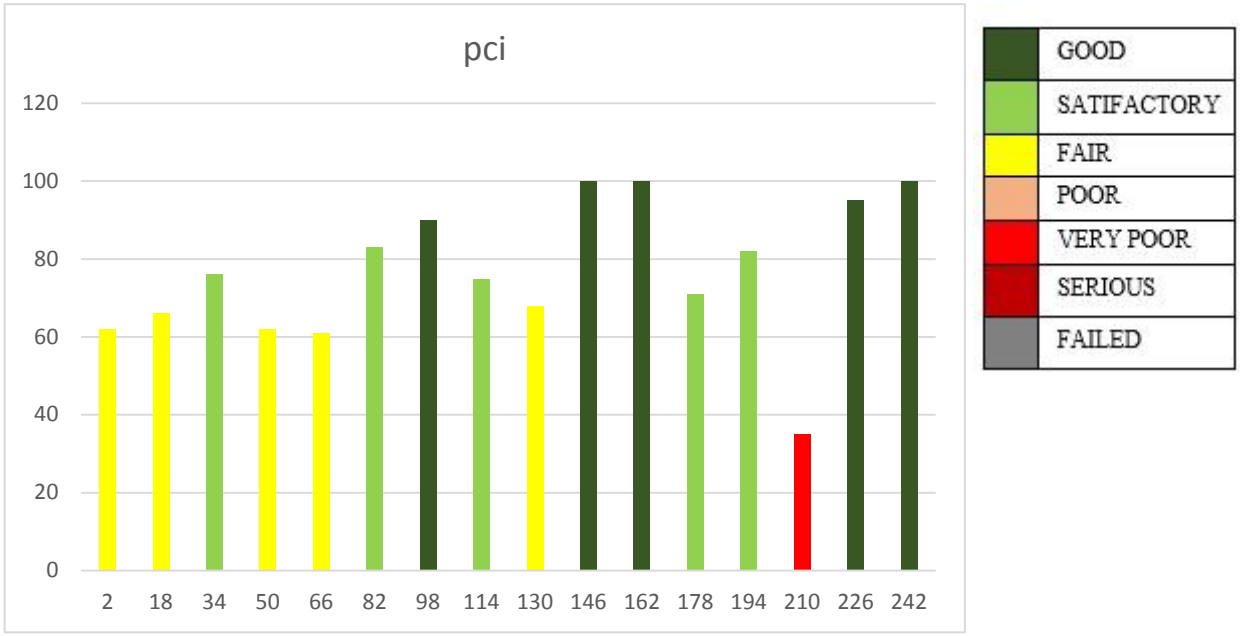
جدول۳ : میزان PCI نمونه های اضافی

NO.	Sample No	PCI	Rating
۱	A	۴۵	Poor
۲	B	۸۰	Satisfactory
۳	C	۵۶	Fair
۴	D	۳۳	Very poor
۵	E	۶۳	Fair
۶	F	۷۰	Fair
۷	G	۵۰	Poor
۸	H	۸۴	Satisfactory
۹	I	۸۱	Satisfactory
۱۰	J	۹۱	Good
۱۱	K	۴۸	Poor
۱۲	L	۷۱	Satisfactory
۱۳	M	۱۰۰	Good
۱۴	N	۱۰۰	Good
Average PCI of sections		۶۹.۴	Fair

شکل ۵، نمودار وضعیت روسازی دانشگاه را نشان می‌دهد. PCI بدست آمده عدد ۸۰.۶۳ می باشد، که طبق جدول شماره (۱) بیانگر آن است که روسازی در وضعیت "رضایت بخش" قرار دارد.

در این مطالعه، داده‌ها بصورت روش مشاهده‌ای جمع‌آوری گردید و بر اساس شاخص وضعیت روسازی راه (PCI) و مطابق با استاندارد ASTM D٦٤٣٣ انجام شد. مسیر مورد مطالعه به ۱۶ بخش تقسیم بندی گردید. مشاهده ۹ نوع از انواع خرابی های روسازی در مسیر

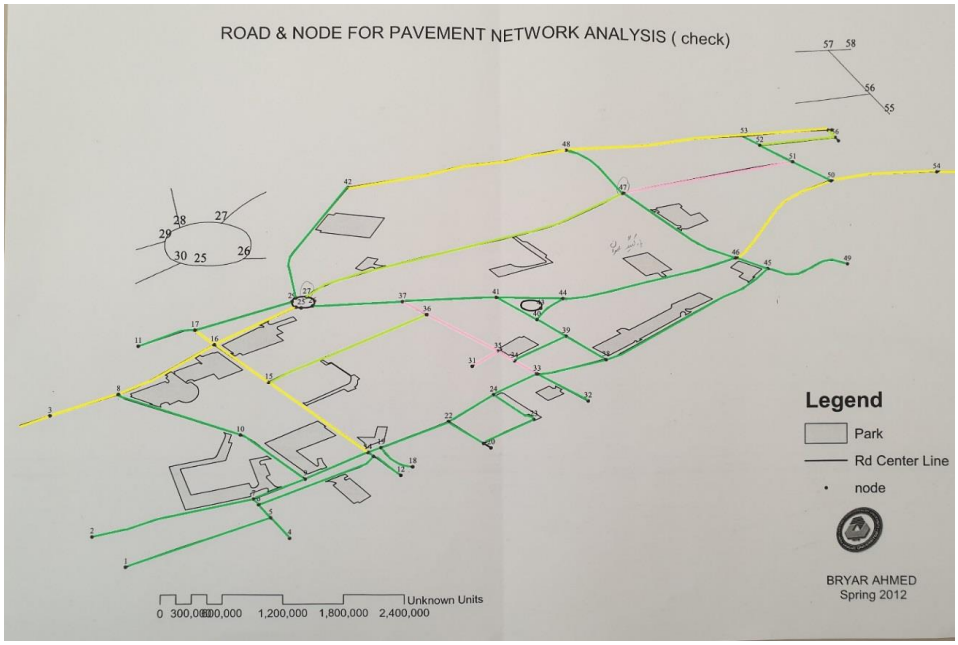
مورد بررسی، از روش (PCI) نشان می‌دهد که پنج بخش از جاده در وضعیت خوب، چهار بخش در وضعیت رضایت بخش، شش بخش در وضعیت مناسب، یک بخش در وضعیت نامناسب و یک بخش جاده در وضعیت خیلی ضعیف قرار دارد. در حالت کلی، ۱۵ بخش از ۱۶ بخش جاده در وضعیت پایدار قرار دارند. به طور کلی نتیجه عدد PCI بدست آمده برابر با ۸۰.۶۳ درصد است. بیانگر آن است که جاده مورد بررسی در شرایط رضایت بخش قرار دارد. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که مقاطع روسازی از نظر ساختاری برای ترافیک ایجاد شده مناسب هستند، اما به دلیل قدیمی بودن سنگ فرش ها، پیشنهاد می‌شود که برای آینده روسازی جدید جایگزین روسازی فعلی شود.



شکل۵ : نمودار میله ای وضعیت روسازی دانشگاه EMU بر اساس شاخصPCI

در حالت کلی با توجه نوع ترافیک عبوری از قبیل تردد اتوبوسها به عنوان سرویس‌های دانشگاهی و وسایل نقلیه شخصی عبوری در محوطه دانشگاه و همچنین وجود هوای گرم و مرطوب در کشور قبرس شمالی، انواع خرابی‌ها از قبیل ترک پوست سوسماری، وصله و کنده کاری، ترک بلوکی، ترک خوردگی طولی و عرضی، شیار شدگی و روزدگی قیر دیده شده است. از میان خرابی‌های فوق، خرابی های وصله و کنده کاری، پوست سوسماری و ترک های طولی و عرضی به عنوان شدیدترین خرابی‌های موجود ارزیابی گردید، که اشکال بخشی از خرابی‌ها و رنگ بندی مسیر با استفاده از شاخص PCI در شکل های ۶ و ۷ قابل مشاهده است.

شکل۶ : قسمتی از خرابی های موجود در محوطه دانشگاه مدیترانه شرقی



شکل۷ : رنگ بندی مسیر با استفاده از شاخص PCI

۵- نتیجه گیری

این مقاله به بررسی انواع خرابی‌های روسازی آسفالتی و ارزیابی آنها در محوطه دانشگاه مدیترانه شرقی EMU کشور قبرس شمالی پرداخته است. در روسازی های آسفالتی ممکن است انواع مختلفی از خرابی ظاهر شود که این خرابی‌ها می‌توانند در نهایت منجر به گسیختگی آن شوند. شرایط محیطی و نوع ترافیک عبوری از عوامل مهم تعیین کننده نوع خرابی است که ممکن است در روسازی مورد نظر ظاهر شود. اهم نتایج حاصل از این مطالعه به شرح زیر است:

۱. ارزیابی خرابی های روسازی سایت مورد نظر نشان داد، پنج بخش از جاده در وضعیت خوب، چهار بخش در وضعیت رضایت بخش، شش بخش در وضعیت مناسب، یک بخش در وضعیت نامناسب و یک بخش جاده در وضعیت خیلی ضعیف قرار دارد. در حالت کلی، ۱۵ بخش از ۱۶ بخش جاده در وضعیت پایدار قرار دارند.
۲. عدد PCI بدست آمده برابر با ۸۰.۶۳ درصد است، که بیانگر قابل قبول بودن وضعیت روسازی است.
۳. روسازی‌هایی که در معرض رطوبت و گرما قرار دارند به سرعت دچار اضمحلال شده و از بین می‌روند. وجود هوای گرم و مرطوب در کشور قبرس شمالی، باعث ایجاد خرابی روزدگی قیر و ترک بلوکی در اکثر مسیرهای مورد مطالعه شده است.
۴. با توجه به تردد اتوبوسها به عنوان سرویس‌های دانشگاهی و وسایل نقلیه شخصی عبوری در محوطه دانشگاه، متداولترین و فراوانترین خرابی‌های رخ داده شده از نوع ترک پوست سوسماری، موج زدگی و شیار شدگی هستند.
۵. با بررسی داده ها، خرابی‌های وصله و کنده کاری، پوست سوسماری و ترک‌های طولی و عرضی به عنوان شدیدترین خرابی های رخ داده شده، ارزیابی شدند.

منابع

AASHTO (۱۹۹۰).Guidelines for Pavement Management Systems. Washington, D.C.

AASHTO (۱۹۹۳). AASHTO guide for design of pavement structures ۱۹۹۳, AASHTO, Washington, D.C.

ASTM D ٦٤٣٣-٠٧ (٢٠٠٧). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, West Conshohocken, PA.

Ahmed, GH, (۲۰۱۳). Developing of Pavement Management System (PMS) for EMU Campus Pavement in GIS Environment.

Bryce, J.; Boadi, R.; Groeger, J. (۲۰۱۹). "Relating Pavement Condition Index and Present Serviceability Rating for Asphalt-Surfaced Pavements". Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. ۲٦۷۳ (۳): ۳۰۸–۳۱۲. Doi:۱۰.۱۱۷۷/۰۳٦۱۱۹۸۱۱۹۸۳۳٦۷۱.

Carey, W. N., & Irick, P. E. (۱۹٦۰). “The Pavement Serviceability Performance Concept.” Highway Research Bulletin ۲۵۰, Highway Research Board, Washington, D.C., ٤٠-٥٨.

Donny A. Putra۱., Mamok Suprapto, (۲۰۱۸), Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement.

Donny A. Putra and Mamok Suprapto, (۲۰۰٦), a PCI-Based Evaluation Method for Level of Services for Traffic Operational Systems.

Eastern Mediterranean University. About EMU, accessed on October ۱۰, ۲۰۱۲, form http://emu.edu.tr/aboutemu/emuhistory.aspxEastern Mediterranean University Strategic Plan ۲۰۱۲-۲۰۱۵. Famagusta: North Cyprus, V.۲.

ESRI. Raster Image Processing Tips and Tricks-Part ۱: Georeferencing, accessed on December ۱۰, ۲۰۱۲, fromhttp://blogs.esri.com/esri/arcgis/۲۰۱۰/۱۰/۱۹/georef۱.

Federal Highway Administration (۲۰۰۳). Distress Identification Manual for the Long Term Pavement Performance Program, No. FHWA-RD-۰۳-۰۳۱, FHWA. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/ltpp/reports/۰۳۰۳۱/۰۳۰۳۱.pdf > (Nov. ۰۲, ۲۰۱۵).

Gillespie, T. D., Sayers, M. W., & Segel, L. (۱۹۸۰). Calibration of Response-type Road Roughness Measuring System. NCHRP, Report ۲۲۸, Transportation Research Board, Washington, D. C.

GoogleMaps.Map Eastern Mediterranean University, accessed on November ۲۰, ۲۰۱۲,,from,http://maps.google.com/maps?hl=en&q=map٪۲۰eastern٪۲۰mediterranean٪۲۰university&biw =۱۱٦۳&bih=٥۸٥&um=۱&ie=UTF-۸.

Haas, R., Hudson, W. R., & Zaniewski, J. (۱۹۹٤). Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Malabar, FL.

Karim, M.A., Haleem Rubasi, K., A and Abdo, A, (۲۰۱٦). The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen.

Madanat, S. M. (۱۹۹۳). "Incorporating Inspection Decisions in Pavement Management." Transportation Research B, Vol. ۲۷B, pp. ٤۲٥-٤۳۸.

Siswanto, H. Supriyanto, H., Pranoto۱. Megy Putra۱, Y. A., and Huda۱, A. S. (۲۰۱۸). Evaluation of Road Maintenance Priority Using PCI and Road Note ۱ for Indonesian District Roads.

"Piryonesi, S. M., & El-Diraby, T. (۲۰۱۸). Using Data Analytics for Cost-Effective Prediction of Road Conditions: Case of the Pavement Condition Index, No. FHWA-HRT-۱۸-۰٦٥. United States. Federal Highway Administration. Office of Research, Development, and Technology". Archived from the original on ۲ February ۲۰۱۹.

Piryonesi, S. M. (۲۰۱۹). The Application of Data Analytics to Asset Management: Deterioration and Climate Change Adaptation in Ontario Roads (Doctoral dissertation).

Piryonesi, S. Madeh; El-Diraby, Tamer E. (۲۰۲۰-۰۹-۱۱). "Examining the Relationship between Two Road Performance Indicators: Pavement Condition Index and International Roughness Index". Transportation Geotechnics: ۱۰۰٤٤۱. Doi:۱۰.۱۰۱٦/j.trgeo.۲۰۲۰.۱۰۰٤٤۱ – via Elsevier Science Direct.

Prozzi, J. A. (۲۰۰۱). "Modeling Pavement Performance by Combining Field and Experimental Data." Ph.D. Dissertation, University of California, Berkeley.

Tang, S., & Wang, F. Y. (۲۰۰٦). A PCI-based evaluation method for level of services for traffic operational systems. IEEE Transactions on intelligent transportation systems, ۷(٤), ٤۹٤-٤۹۹.

Setijowarno, D., dan Frazila, R. B. Pengantar Rekayasa, (۲۰۰۳). Dasar Transportasi. Bandung: Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata

Suswandi. A. Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan dengan, (۲۰۰۸). Methode Pavement Condition Index (PCI). Forum Teknik Sipil No. XVIII/.

Shahin, M. Y., & Kohn, S. D. (۱۹۷۹). Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets and Parking Lots. Department of the Army, Construction Engineering Research Laboratory, Technical Report M-۲٦۸, Champaign, IL.

Shahin M. Y. (۱۹۹٤). "Analyzing Consequences of Pavement Maintenance & Rehabilitation Budget Scenario", TRB NO. ۱٤٥٥.

Shahin M.Y., & Walther J.A. (۱۹۹۰). Pavement Maintenance Management for Roads and Streets using the PAVER System. USACERL Technical Report M-۹۰/۰٥, Department of the Army, Construction Engineering Research Laboratory, Champaign, IL.